ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MAI 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. *Bogdanovitch*, Membre de l'Académie des Sciences de Petrograd, Directeur du Service géologique de Russie.

ASTRONOMIE. — *Les collaborateurs immédiats de Peiresc.* Note de M. G. **Bigourdan**.

Les nombreux collaborateurs que nous avons rencontrés autour de Peiresc devaient faire de sa maison une véritable ruche scientifique. Parmi eux nous distinguerons les collaborateurs de chaque instant, attachés à la maison, et sur lesquels la Correspondance et les manuscrits inédits de Peiresc jettent quelque lumière.

Jean Lombard. — Dès 1611, nous voyons que Peiresc était aidé, dans ses observations de satellites de Jupiter, par Jean Lombard, d'Aix. Quand, immédiatement après, Peiresc voulut mettre à l'épreuve la méthode qu'il avait préconisée, de déterminer les longitudes terrestres au moyen des configurations de ces satellites, il envoya au Levant ce Jean Lombard, qui observait à Marseille dès le 30 novembre 1611 et qui en partit le 30 décembre pour arriver à Malte le 5 janvier 1612 : c'est de là que le 8 janvier il écrivait à Peiresc une lettre conservée dans le manuscrit 1803 de Carpentras, f° 254.

Les observations ainsi faites, à Malte, à Chypre et à Tripoli de Syrie, occupent les feuillets 250-260 de ce manuscrit 1803, et vont du 30 décembre 1611 à mai 1612. Ce sont presque uniquement des configurations de satellites,

avec des observations de la déclinaison de l'aiguille aimantée, et quelques hauteurs du Soleil pour conclure la latitude.

Les distances des satellites sont évaluées à l'estime, en diamètres de la planète.

C'est sans doute en partie pour obtenir des observations correspondantes que Peiresc suivait alors si attentivement ces satellites, même pendant le cours d'un voyage à Paris.

Probablement Jean Lombard ne voyagea pas longtemps; dans sa lettre du 8 janvier 1612, il dit, en effet, qu'il a couru de grands dangers et qu'il se trouve fort dégoûté de la navigation. Aussi, dans la suite, nous le perdons complètement de vue.

Mais en 1623 Peiresc obtint pour un Jean Lombard le titre de « Contrôleur des édifices publics de la Provence ». Ce contrôleur est-il l'astronome de 1611 et 1612? C'est ce qu'il est difficile de dire avec certitude; d'autant qu'on ne le voit plus que bien rarement (1) s'occuper d'Astronomie. Sans doute sa charge lui laissait des loisirs, car jusqu'à la fin on le trouve très souvent autour de Peiresc, qui l'employait surtout à des travaux relevant d'un architecte. En outre sa sœur (2) surveillait l'intérieur de la maison et y jouissait de la plus grande confiance : Peiresc rend incidemment hommage aux soins dévoués qu'elle a donnés jusqu'à la fin à son père, le sieur de Callas, mort en 1625.

Simon Corberan. — Dans l'entourage de Peiresc, Corberan est un de ces ouvriers bien doués que l'exemple attira peu à peu à la pratique de l'Astronomie, réduite encore à des mesures à l'œil nu, prises avec de médiocres instruments.

Si, en effet, quelques grands seigneurs, richement dotés comme Tycho, avaient pu se construire d'imposants instruments de métal, où les dimensions des cercles et des arcs suppléaient à la précision des divisions, la plupart des astronomes d'alors n'avaient que des instruments de bois, parfois même de carton, que chacun pouvait construire de ses mains. Aussi l'habileté personnelle devait-elle être alors un facteur plus influent que dans

(1) En 1630 il tente vainement, avec de Chasteuil, d'observer à Belgentier l'éclipse de Soleil du 10 juin.

(2) Tamizey de Larroque dit (P. — C_1, VI, 44) que le ménage Lombard était chargé des affaires intérieures de la maison de Fabri; mais la personne qu'il prend pour Mme Lombard est en réalité sa sœur, comme il résulte de la lettre de Peiresc du 24 février 1634 (P. — C_1, VI, 640).

la suite, quand la construction passa plus ou moins complètement entre les mains d'ingénieurs spéciaux.

En raison même de leur origine, de leur construction, ces instruments rudimentaires ont disparu et il est maintenant difficile d'apprécier tout ce que leur maniement exigeait d'ardeur et de dextérité : nous en pourrons juger par ce que la Correspondance de Peiresc nous apprend des efforts d'un novice tel que Corberan.

Celui-ci ne fut d'abord que le « libraire » ou relieur que Peiresc entretenait à demeure dans sa maison. Les bibliophiles se sont intéressés à lui (1) et apprécient ses reliures, comparées quelquefois à celles de Le Gascon. Dans la maison de son maître il exerçait occasionnellement d'autres fonctions de confiance.

Corberan paraît être entré au service de Peiresc en 1625 ; du moins il n'est pas question de lui avant la lettre que celui-ci écrivait, le 31 décembre de cette année, à son frère Valarez qui était alors à Paris (P. — C_1, VI, 340).

L'astronome Corberan nous est surtout révélé par la correspondance échangée entre Peiresc et Gassendi, de 1626 à 1637 (P. — C_1, IV, 177...).

D'abord il aide seulement (juin 1633) à manœuvrer les instruments, qu'il améliore parfois; puis il fait quelques mesures dont Peiresc parle ainsi à Gassendi (25 juin 1633) :

Cependant il se hazarda de son propre mouvement de faire une observation des distances, tant de la Lune à Saturne, et d'elle aux estoilles fixes plus voisines que des dictes fixes entr'elles pour imiter voz rectifications aussy bien que les haulteurs, mais le pauvre garçon n'avoit pas bien preveu la differance qu'il y a d'observer par les pinnules de votre baston de Jacob, ou par celles d'un astrolabe, dont l'une est si esloignée du centre qui doit regler les degrez de la circonferance. D'une chose l'ay-je bien asseuré, que vous ne luy scauriez aulcun mauvais gré de cet effect de ses bonnes intentions, et qu'il ne tiendroit qu'à luy de se rendre aussy celebre à la postérité que le maistre Auzias (2) de M. Valloys, s'il en avoit tant soit peu d'envie, comme il tesmoigne de n'en estre pas esloigné. Auquel cas je luy feray faire des instruments les meilleurs que je pourray.

Peiresc suit attentivement ces essais, conseillant et parfois grondant le novice, que Gassendi encourage de son côté; enfin le Prieur de la Valette confie à Corberan son propre rayon, celui même qui était employé par

(1) Voir L. Delisle, dans un article consacré à Peiresc : *Un grand amateur français*... (*Ann. du Midi*, t. I, 1889, p. 16...). Voir aussi P. — C_1, VII, 966...

(2) C'est Elzéar Féronce, un astronome jardinier de Vizille.

Gassendi quand il se trouvait à Aix; et le 1[er] janvier 1634 Gassendi écrit à Peiresc :

Je suis regretteux de n'avoir point le loisir d'escrire à présent au sieur Corberan, mais je vous supplie, en attendant que je le face, de luy faire sçavoir que j'ay esté ravy et ay infiniment prisé sa bonne volonté. Le bout de l'Esquierre de lethon qui porte le rayon doit estre posé precisement sur un petit trait que j'avoy tiré tout au fin bout du dit rayon suivant la rectification qu'il me souvient d'en avoir souvent faite. Pour le surplus il aura plus tost fait de demander à Monsieur de la Valette, qui sans doute sera le plus aise du monde de l'en esclaircir comme quoy il doit remarquer les parties de part et d'autre du traversier, que je ne luy ferois comprendre par lettre.

Peu après, en effet, le Prieur donne ses conseils, toujours impatiemment attendus, et avec Peiresc compare les observations de Corberan aux correspondantes faites par Gassendi à Digne. Peiresc écrit à Gassendi (18 janvier 1634) :

Nous en avons voulu examiner une et la comparer à une des vostres du même jour, et ne s'y est trouvé que cinq minutes de differance dont Corberan est demeuré bien fier, et avec un gros advantage sur moy qui luy disoys tousjours qu'il n'estoit pas assez punctuel et qu'il n'auroit rien faict qui vaille, mais il a bien eu de quoy me donner une dementye et une botte franche de telle qualité que je vouldroys bien qu'il m'en eust donné tous les jours de semblables ou encores plus fortes en les trouvant plus conformes aux vostres....

En outre Corberan calcule lui-même ses observations « sur les Tables des Sines de Lambergius »; mais les distances de Mercure aux étoiles, mesurées par Corberan, sont toujours un peu plus grandes que celles de Gassendi. Peiresc fait à ce sujet une véritable enquête, dont il donne le détail plein d'intérêt pour qui s'intéresse aux observations de cette époque (P.-C$_1$, IV, p. 429).

De son côté, Gassendi fait ses remarques, où nous voyons que chaque partie du traversier vaut plus de 3 minutes.

Malgré ce succès de début, on ne voit pas que Corberan ait beaucoup observé dans la suite, quoique jusqu'à la fin on le trouve auprès de Peiresc : il est même un des témoins cités comme présents au testament. Il resta encore à Aix, car le 20 décembre 1638 il y aidait Agarrat dans l'observation de l'éclipse de Lune de ce jour. Mais dans la suite nous le perdons complètement de vue ([1]).

([1]) Parmi les papiers de Peiresc, le Cat$_2$ des manuscrits de Carpentras indique les suivants de Corberan :

Antoine Agarrat, né à Saint-Maximin en Provence, paraît en 1634 [1] dans l'entourage de Peiresc et de Gassendi, où souvent et par corruption il est appelé Garrat. Il fut d'abord secrétaire [2] de Gassendi qui parfois le laissait à Aix, auprès de Peiresc, pour faire des observations en correspondance avec les siennes à Digne. En 1636, Peiresc (P. — Ap. de V., p. 236) parle de lui comme d'un tout jeune homme; on peut donc placer sa naissance vers 1615. Gassendi nous dit que, comme Corberan, il a une excellente vue.

Dès avril 1635, il avait fait quelques observations dont le Prieur de la Valette n'était pas mécontent : c'étaient des distances de Mercure à diverses étoiles, prises avec un rayon. Encouragé par Peiresc, il observe dès lors assidûment; et en juin de la même année il devait être assez exercé, puisque alors Peiresc parle de l'envoyer à Marseille, à la place de Gassendi empêché, pour observer le solstice d'été. A partir de ce moment, on rencontre de lui beaucoup de distances angulaires des planètes à des étoiles rapportées par Gassendi; et il est mêlé à toutes les observations faites à Aix, comme celles des éclipses de Lune du 3 mars et du 27 août 1635 : dans celle-ci, avec un grand quadrant de fer, il prenait les hauteurs d'étoiles pour déterminer les heures des phases.

Comme divers autres membres du cénacle d'Aix, la mort de Peiresc (juin 1637) paraît l'avoir laissé désemparé, et sans doute dépourvu d'instruments.

Deux mois après, Gassendi lui fait construire un Rayon, puis, au commencement de 1638, l'emmène en voyage à Arles, Nîmes, etc., où il fait diverses observations, particulièrement de Mercure. C'est sans doute peu après que se termina, auprès de Gassendi, son rôle de secrétaire ; et dès lors

---

1769 (P., II), f° 262 : Lettre de Corberan à un sieur Paul sur certains manuscrits dont il envoie la liste, 15 novembre 1630.

1841 (P., LXV, t. III), f° 417 : Lettre de Peiresc à Corberan, maître relieur à Aix, où il est question des soustractions commises chez M. de Calas et dans le cabinet de Peiresc. Belgencier, 28 octobre 1630. Cette lettre a été publiée plusieurs fois. Voir P.-C_1, VII, 966.

(1) D'après la lettre XXVI de la Correspondance Peiresc-Gassendi (P.— C_1, IV, 240), on devrait remonter à 1630; mais il est manifeste que cette lettre est inexactement datée. Le passage de Mercure n'eut lieu qu'en 1631; et en 1630 Gassendi était à Paris.

(2) Les témoignages de Gassendi et de Bougerel sont formels. Tamizey de Larroque, se basant sur le fait que Peiresc lui lègue une somme de 300#, dit qu'il était à son service, mais cet argument n'est guère probant.

nous le trouvons errant à Saint-Maximin, à Aix, à Regusse (aujourd'hui canton de Tavernes, Var) : en ce dernier endroit, muni d'une lunette et d'un quadrant de $1\frac{1}{2}$ pied de rayon, il observe l'éclipse de Soleil du 1er juin 1639; mais comme il est seul, après chaque phase il est obligé de quitter la lunette pour aller prendre au quart de cercle la hauteur du Soleil, hauteur qui doit donner l'heure.

En 1642, il est au camp devant Lérida, en Espagne, et y observe l'éclipse de Lune du 7 octobre. L'année suivante il observe à Raray (aujourd'hui canton de Pont-Sainte-Maxence, dans l'Oise) l'éclipse de Lune du 27 septembre, puis celle de Soleil du 21 août 1645, ainsi que l'occultation d'Aldébaran du 8 octobre suivant.

Il paraît avoir continué encore assez longtemps ses observations de planètes, en mesurant au Rayon leurs distances à des étoiles, car Gassendi, qui rapporte toutes les précédentes, rapporte également celles qu'il fit à Paris de juillet à novembre 1646; mais celles qu'il a pu faire dans la suite ne nous sont pas parvenues. Il n'a été conservé que diverses observations d'éclipses faites presque toutes à Paris, et dont quelques-unes étaient restées inédites jusqu'au moment où elles furent rapportées par Pingré [1]; la dernière est l'éclipse de Soleil du 1er juillet 1666.

Peut-être, comme il est arrivé souvent, ses succès dans l'enseignement l'éloignèrent-ils des observations. En tout cas, *Moréri* dit que « les princes du sang, et presque toute la jeune noblesse, s'en servaient le plus ordinairement dans toutes les parties de l'importante science des Mathématiques. Ce qui augmenta infiniment sa réputation, c'est qu'il avait fait toutes sortes d'observations sous Gassendi ».

Les astronomes ses contemporains, comme Boulliau, Pagan, etc., sans compter Gassendi, ont fait de lui beaucoup d'éloges; et Pingré dit qu'il était bon observateur.

Il paraît avoir donné dans les travers astrologiques; J.-B. Morin lui légua ses instruments.

---

[1] *Annales célestes*, p. 183 (1646), 185 (1647), 202 (1652), 207 (1653), 213 (1654), 232 (1657), 268 (1666).

CORRESPONDANCE.

M. **Bergonié**, élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule XI (Planches) des *Études de Lépidoptérologie comparée*, par Charles Oberthur. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les réduites générales d'Hermite.* Note de M. **E. Cahen**, présentée par M. G. Humbert.

M. G. Humbert a donné [1] la condition pour qu'une fraction $a:c$ soit de la suite d'Hermite pour un nombre ω. On peut former une suite plus générale en considérant, au lieu de la droite $x = \omega$, un cercle orthogonal à Ox au point $x = \omega$, et prenant les abscisses des pointes des domaines modulaires que l'on traverse successivement en parcourant ce cercle dans le sens qui mène à ce point. On obtient ainsi une suite qui dépend du second point d'intersection $x = \omega'$ du cercle avec Ox et que nous appellerons suite *générale* d'Hermite. Pour $\omega' = \infty$ on retrouve la première suite que nous appellerons suite *particulière* d'Hermite. A ces suites correspondent des développements en fractions continuelles. Cherchons ces développements.

Nous supposons $\omega > \omega'$ pour fixer les idées, et que le couple ω, ω' soit *réduit*, c'est-à-dire que le cercle C traverse le domaine fondamental.

Appliquons à la forme $f = (x - \omega y)(x - \omega' y)$ la réduction continuelle; le cercle C, parcouru dans le sens de ω' vers ω (c'est-à-dire ici de gauche à droite), sort du domaine fondamental par le côté de droite. Alors la forme suivante f_1 a une racine ω_1 correspondante à ω et telle que $\omega = 1 + \omega_1$. Le cercle correspondant à f_1, parcouru dans le sens correspondant au précédent (c'est-à-dire encore de gauche à droite), sort du domaine fondamental, soit par le côté de droite, soit par la base. (Des trois côtés d'un domaine modulaire, nous appelons *base* celui qui est opposé à la pointe.) Si c'est

(1) *Comptes rendus*, t. **161**, 1915, p. 720.

par le côté de droite, il en résulte une seconde forme f_2 ayant une racine ω_2 telle que $\omega = 2 + \omega_2$. En poursuivant l'opération on arrivera à une forme f_{a_0}, ayant une racine ω_{a_0} telle que $\omega = a_0 + \omega_{a_0}$. D'ailleurs a_0 peut être nul. Ensuite on est amené à sortir du domaine fondamental par la base, et l'on obtient une forme ayant une racine $\omega^{(1)} = -\frac{1}{\omega_{a_0}}$. Donc

$$\omega = a_0 - \frac{1}{\omega^{(1)}}.$$

Alors deux cas peuvent se présenter, parce que, lorsqu'on applique à un cercle orthogonal à Ox la transformation $z \left| -\frac{1}{z}\right.$, le sens dans lequel est parcouru le cercle reste le même ou change, suivant que le cercle coupe Ox en deux points qui sont du même côté de O ou non.

Dans le premier cas, sur le nouveau cercle, on quittera encore le domaine fondamental par la droite, et l'on arrivera à une nouvelle égalité

$$\omega^{(1)} = a_1 - \frac{1}{\omega^{(2)}},$$

d'où

$$\omega = a_0 - \frac{1}{a_1 -} \left| \frac{1}{\omega^{(2)}} \right..$$

Dans l'autre cas, on arrivera à une égalité de la forme

$$\omega = a_0 + \frac{1}{a_1 -} \left| \frac{1}{\omega^{(2)}} \right.,$$

a_1 étant, dans les deux cas, un entier positif.

Et ainsi de suite. On trouvera ainsi

$$\omega = a_0 + \frac{\varepsilon_1}{a_1 -} \left| \frac{\varepsilon_2}{a_2 +} \right| \cdots + \left| \frac{\varepsilon_{n-1}}{a_{n-1} -} \right| \frac{1}{\omega^{(n)}},$$

les ε étant égaux à ± 1, d'ailleurs parfaitement déterminés; les a étant des entiers positifs, sauf a_0 qui peut être nul.

On peut maintenant démontrer que la fraction continuelle indéfinie

$$a_0 + \frac{\varepsilon_1}{a_1 +} \left| \frac{\varepsilon_2}{a_2 +} \right| \cdots$$

est convergente et représente ω.

Si l'on avait parcouru le cercle en sens inverse on aurait eu une fraction continuelle représentant ω'.

On établit d'ailleurs facilement que les réduites successives du dévelop-

pement de ω sont les abscisses des pointes des domaines modulaires que traverse le point mobile parcourant C, partant du domaine fondamental et se dirigeant vers ω.

Relation avec le développement en fraction continuelle ordinaire. — Soit

$$\omega = a_0 + \frac{1}{a^1 +}\bigg| \cdots$$

le développement de ω en fraction continuelle ordinaire, et cherchons le développement $\omega = a'_0 + \frac{1}{a'_1}\Big| \cdots$ en fraction continuelle d'Hermite.

L'entier a'_0 est déterminé par cette condition que le centre C, reculé de a'_0 vers la gauche, coupe encore le domaine fondamental, mais en sorte à droite par la base. Donc

$$-\tfrac{1}{2} < \omega - a'_0 < 1.$$

Donc $a'_0 = a_0$ ou $a_0 + 1$.

Cherchons d'une façon précise dans quelles circonstances se présente la seconde hypothèse. La condition nécessaire et suffisante (qui entraîne $a_1 = 1$), est que le centre C, reculé de a_0 vers la gauche, enveloppe le sommet de droite du domaine fondamental, c'est-à-dire que

$$(1) \qquad 2 - (\omega' - a_0 + \omega - a_0) + 2(\omega' - a_0)(\omega - a_0) < 0.$$

On démontre alors facilement que, en parcourant la suite des réduites du développement ordinaire, on est amené à faire un changement lorsqu'on arrive à un quotient complet $\omega_n = a_n + \frac{1}{1+}\Big|\frac{1}{a_{n+2}+}\Big| \cdots$ tel que

$$(2) \qquad 2 - (\omega_n - a_n + \omega'_n - a_n) + 2(\omega_n - a_n)(\omega'_n - a_n) < 0,$$

ω'_n étant la quantité déduite de ω' par la substitution qui change ω en ω_n.

On peut transformer cette condition, en y remplaçant $\omega_n - a_n$ et $\omega'_n - a_n$ respectivement par

$$(-Q_n\omega + P_n) : (Q_{n-1}\omega - P_{n-1}) \quad \text{et} \quad (-Q_n\omega' + P_n) : (Q_{n-1}\omega' - P_{n-1});$$

on arrive ainsi à la condition

$$(3) \qquad 2(Q_n^2 + Q_{n-1}Q_n + Q_{n-1}^2) - \frac{1}{\left|\omega - \frac{P_n}{Q^n}\right|}\left(1 + 2\frac{Q_{n-1}}{Q_n}\right) + (-1)^{n-1}\frac{\frac{2Q_n}{Q_{n-1}} + \frac{\omega - \frac{P_{n-1}}{Q_{n-1}}}{\omega - \frac{P_n}{Q_n}}}{\omega' - \frac{P_{n-1}}{Q_{n-1}}} < 0.$$

C'est la généralisation de la condition donnée par M. Humbert [*Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 720, condition (7)]; et, en effet, en supposant $\omega' = \infty$, on retrouve cette condition même.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Influence de la pression de radiation sur la rotation des corps célestes.* Note de M. **Tcheslas Bialobjeski**, présentée par M. Deslandres.

La radiation émise par un corps en mouvement produit un effet particulier, dont je me propose de signaler dans cette Note l'application astrophysique. Considérons un élément du surface rayonnante : on peut supposer qu'il appartient à un astre incandescent, au Soleil par exemple. La radiation émise produit une pression sur la surface considérée, de même qu'un canon est poussé en arrière au moment du tir. Si notre élément se meut dans la direction de la normale extérieure, la pression est augmentée par suite de ce que les ondes émises deviennent plus courtes et leur énergie par unité de volume croît.

Supposons maintenant que l'élément rayonnant se déplace dans son plan : il subit alors l'action d'une force tangentielle opposée à la direction de son mouvement. La cause en est la même : le raccourcissement des ondes émises dans des directions qui forment un angle aigu avec la vitesse de l'élément. La valeur de la résistance en question d'après le calcul de Poynting est $\frac{Iv}{4c^2}$, où I représente l'énergie rayonnée par unité de surface et de temps; v, la vitesse de l'élément de surface; c, la vitesse de la lumière.

Or l'application de ce résultat à la physique solaire est facile à concevoir. Le Soleil possède un mouvement de rotation dans lequel chaque élément de surface se déplace tangentiellement. D'après ce qui précède, l'énergie rayonnée par la photosphère réagit avec une force qui, étant directement opposée au mouvement, tend à le ralentir. Il est facile de calculer la valeur de cette force de résistance f à la surface photosphérique du Soleil. Prenons 1^{cm^2} à l'équateur et admettons une constante solaire de $2,5\ \frac{\text{cal}}{\text{min}}$, soit

$$1,74 \times 10^6\ \frac{\text{erg}}{\text{sec}}.$$

L'énergie rayonnée par 1^{cm^2} de la photosphère sera $1,74 \times 10^6 \times (215,7)^2\ \frac{\text{erg}}{\text{sec}}$;

la vitesse à l'équateur est $2\,\frac{\text{km}}{\text{sec}}$, d'où vient

$$f = \frac{1{,}74 \times 10^6 \times (215{,}7)^2 \times 2 \times 10^5}{4.9.10^{20}}\,\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2} = 4{,}54 \times 10^{-6}\,\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}.$$

On voit que la force qui nous intéresse est bien faible. En revanche, elle agit continuellement dans le même sens et son effet peut devenir considérable au cours des siècles. Le frottement dû au rayonnement peut être comparé à juste titre à celui des marées, qui occupe une place importante dans les théories cosmogoniques modernes.

On connaît la curieuse loi de rotation solaire découverte par Carrington : la vitesse angulaire de la photosphère est variable avec la latitude et va en décroissant de l'équateur aux pôles. Il est naturel de présumer que le frottement de radiation doit jouer un rôle dans l'établissement de ce régime. Le problème à résoudre peut être énoncé ainsi : « Étant donné un globe gazeux incandescent en rotation, dont la densité croît de la périphérie au centre et qui éprouve à la surface un frottement particulier proportionnel à la vitesse linéaire, il faut trouver le régime de sa rotation, qui d'ailleurs variera lentement avec le temps. » L'application des équations de l'Hydrodynamique à ce problème, en tenant nécessairement compte de la viscosité, serait une tâche ardue. Aussi bornons-nous à quelques remarques en laissant la question ouverte. Imaginons le globe solaire divisé par des plans équidistants parallèles à l'équateur : les couches ainsi obtenues ont une vitesse angulaire décroissant de l'équateur aux pôles. Or la tendance à ce sectionnement une fois prononcée, le frottement de radiation la fortifie. En effet, pour un globe à densité uniforme, la masse de ces couches décroît proportionnellement à $\cos^2\theta$, où θ désigne la latitude, tandis que la force en question est proportionnelle à $\cos\theta$. La masse des couches solaires décroît beaucoup plus rapidement, en raison de la diminution de densité, en allant du centre vers la surface.

Si l'on admet que l'effet du frottement de radiation s'est propagé d'une façon appréciable jusqu'à l'axe de rotation, il en résultera que la diminution relative du moment de rotation sera plus marquée dans de hautes latitudes.

Il semble établi que l'atmosphère solaire au-dessus de la couche renversante a une durée de rotation unique du pôle à l'équateur. Une cause de ce phénomène peut résider en ce que la résistance est ici inappréciable, vu le faible rayonnement de l'atmosphère.

On notera enfin que, d'après certains auteurs, la photosphère est plus chaude aux pôles qu'à l'équateur. Si cela est vrai, le frottement de radiation est augmenté au voisinage des pôles, ce qui contribuerait à l'établissement du régime particulier de la rotation solaire.

PHYSIQUE. — *Effet de la température sur la structure des paraffines.* Note de M. **Thadée Peczalski**, présentée par M. E. Bouty.

Les densités des différentes paraffines pures varient de 0,848 à 0,875. J'ai trouvé cependant les densités de quelques paraffines supérieures à 0,900. Ceci pourrait s'expliquer en admettant que les paraffines ne sont pas pures et par suite peuvent avoir des densités supérieures à celle qu'on calculerait par la loi des mélanges. Il est cependant possible de donner de ce fait une explication différente.

1. J'ai observé que la paraffine coulée dans un tube à essais, chauffée pendant un certain temps à une température inférieure à son point de fusion, subit des transformations qui se manifestent avant tout par la production d'excavations dans la masse, comme le montre la figure ci-contre.

Les échantillons 1, 2, 3 sont préparés avec la paraffine fusible à 54° (*paraffine* 54). On a pris le soin de ne pas laisser des bulles d'air à l'intérieur de la masse. L'échauffement à 40°-45° pendant 60 heures a produit des excavations au bas des tubes et sur leur pourtour. L'échantillon 4 est préparé avec la paraffine de point de fusion de 84° (*paraffine* 84). Le chauffage à 40° pendant 24 heures a produit le glissement de la paraffine le long des parois du tube et une cavité au bas de celui-ci.

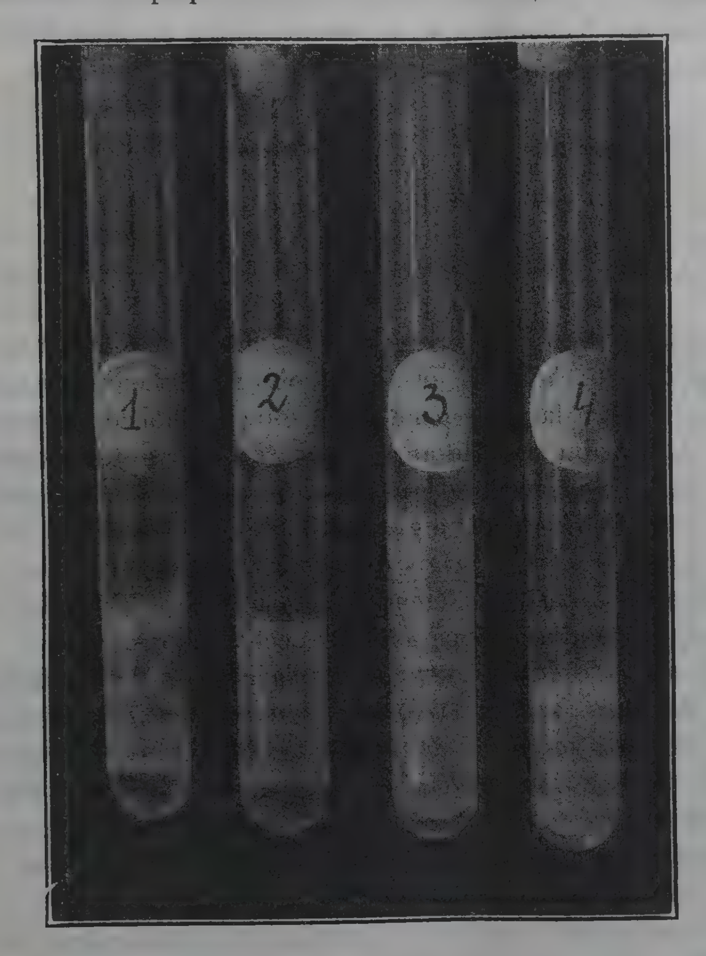
2. Le changement de densité de la paraffine résultant de la transformation a été mesuré de la manière suivante : une lame d'aluminium est plongée plusieurs fois dans la paraffine fondue. Les couches solidifiées ne contiennent pas de bulles d'air. L'échantillon est accroché au bouchon qui ferme un tube de verre qu'on maintient à 40° pendant un temps plus ou moins long. Les densités des paraffines mesurées après chauffage ont donné :

Durée de chauffage	0.	16 heures.	24 heures.
Densité de la paraffine 54	0,875	0,889	0,900
Densité de la paraffine 84	0,925	0,925	0,925

La densité de la paraffine 54 paraît tendre vers 0,910. La transformation

de cette paraffine se manifeste aussi par le changement de transparence : la paraffine est devenue translucide après l'échauffement, alors que le même échantillon était presque opaque avant le chauffage.

La paraffine 84 est opaque à l'état solide ordinaire ; elle devient légèrement



translucide après le chauffage. Sa densité n'ayant pas changé pendant la dernière expérience il faut supposer que la paraffine obtenue par cette préparation se trouve déjà dans l'état transformé.

3. La transformation est accompagnée d'une forte diminution de la conductibilité électrique de la paraffine. L'expérience a été faite comme il suit :

Sur une lame de zinc couverte de paraffine par le procédé déjà décrit est appliquée

une autre lame de zinc de mêmes dimensions, chauffée légèrement, qui s'accole ainsi à la paraffine. Aux deux lames sont attachées deux fils de cuivre. Le système est fixé dans un tube à essais par ses fils passant par un bouchon paraffiné.

La résistance électrique est mesurée par la méthode de Foussereau, d'abord avant tout échauffement et ensuite après un chauffage prolongé à 45°. On trouve ainsi, avec deux échantillons de la paraffine 54 :

Température.	Durée d'échauffement.	Résistivité.
22°	0^h	$1,4.10^{13}$
22°	20^h	$2,1.10^{13}$

Comme on le voit la résistivité a augmenté fortement après le chauffage.

Analyse microscopique. — Sur une lame de verre on fond un morceau de paraffine en le recouvrant avec un couvre-objet microscopique qui est fortement pressé contre la lame pendant la solidification de la paraffine, de façon à en obtenir une couche aussi mince que possible. Examinant cet échantillon au microscope polarisant ([1]), on distingue sur un fond obscur des cristaux en forme de larges aiguilles. Après un chauffage à 40° pendant 3 heures les cristaux sont élargis aux dépens des parties obscures. (Le nombre des cristaux ainsi que l'étendue des parties non cristallisées dépendent beaucoup du mode de préparation des échantillons.)

L'analyse microscopique prouve que la paraffine à l'état habituel est en partie amorphe et en partie cristallisée. *L'échauffement prolongé à une température inférieure à son point de fusion produit : 1° la cristallisation des parties surfondues; 2° l'agrandissement des cristaux; 3° peut-être le changement de leurs orientations.* Le premier fait montré par l'analyse microscopique s'accorde avec le changement de densité éprouvé pendant l'échauffement et la diminution de la conductibilité électrique. Cet effet existant seul aurait produit une diminution de transparence de la paraffine; l'agrandissement des cristaux produit l'effet contraire. L'hypothèse que l'orientation des cristaux agrandis devient plus homogène est nécessaire pour expliquer le grand changement de transparence survenu après l'échauffement, ainsi que les transparences inégales des différents échantillons de paraffine.

([1]) Mis obligeamment à ma disposition par M. Wallerant.

PHYSIQUE. — *Sur l'existence d'un nouveau groupe de lignes (série M) dans les spectres de haute fréquence.* Note de M. **Manne Siegbahn**, présentée par M. E. Bouty.

Les recherches de Barkla et d'autres auteurs ont montré que les spectres de haute fréquence des éléments chimiques se composent de deux groupes de rayons (séries K et L) qui diffèrent considérablement dans leur pouvoir de pénétration. Plusieurs auteurs ont supposé qu'il pouvait exister d'autres séries (J, M, etc.); mais jusqu'à présent aucune confirmation expérimentale n'était venue appuyer ces présomptions.

Les nouvelles recherches, poursuivies à l'aide des réseaux cristallins par Bragg, Moseley, de Broglie, Malmer, Friman et l'auteur, ont montré que les séries K et L se composent chacune de plusieurs lignes; dans la série K, on a mesuré quatre composantes et, dans la série L, au moins deux.

Dans des recherches systématiques sur le spectre de l'uranium, poursuivies en vue de mettre en évidence des longueurs d'onde plus grandes que celles qui caractérisent la série L, j'ai trouvé un nouveau groupe de lignes qui correspond à la série hypothétique M. En effet, la nouvelle série se place, par rapport à la série L, comme celle-ci par rapport à la série K.

Le dispositif expérimental comportait un spectrographe, dans le vide, à cause de l'absorption très grande par l'air des rayons considérés; le cristal employé était une lame de gypse, qui a fourni les résultats numériques suivants (en prenant 1,1830 pour logarithme de la double distance des plans) :

Uranium.	$\lambda \times 10^{-8}$ cm.
α	3,905
β	3,715
γ_2	3,480
δ_1	3,363
δ_2	3,324
(Ca ?)	3,073
	2,941

et quelques autres plus faibles.

L'investigation des éléments Th, Bi, Pb, Tl, Au a montré que cette série est représentée dans le spectre de tous ces corps.

Les longueurs d'onde sont :

Uranium.	Th.	Bi.	Pb.	Tl.	Au.
α........	4,139	5,117	5,300	5,479	5,838
β........	3,941	4,903	5,095	5,256	5,623
γ_1.......	3,812	4,726	4,910	»	5,348
γ_2.......	3,678	»	»	»	5,824
δ_1.......	»	4,561	4,695	4,826	5,116 (?)
δ_2.......	»	4,532	»	»	5,102
ε........	»	4,456	»	4,735	»

Les raies α et β sont très fortes, les autres assez faibles et leurs mesures un peu incertaines.

PHYSIQUE. — *Mouvement brownien des particules d'huile, d'étain et de cadmium dans différents gaz et à diverses pressions.* Note [1] de MM. **A. Schidlof** et **A. Targonski**, transmise par M. G. Gouy.

Des expériences antérieures avaient montré que l'observation du mouvement brownien des particules de mercure amalgamé et des particules métalliques pulvérisées dans l'arc voltaïque fournit des valeurs d'autant plus petites de la charge élémentaire que la particule est plus grande. Cette constatation avait conduit l'un de nous à la supposition que la théorie d'Einstein ne s'appliquerait peut-être qu'au cas où les dimensions de la particule sont petites, en comparaison du libre parcours moyen des molécules du gaz ambiant [2].

Pour étudier de plus près cette question nous nous sommes proposé d'expérimenter en premier lieu sur des corpuscules de forme sphérique et de densité bien déterminée. Les gouttes d'huile d'olive satisfont à ces conditions. Nous en avons observé le mouvement brownien dans l'air à la pression ordinaire et à une pression voisine de $0^{atm},05$.

On sait que pour calculer la charge d'une particule, d'après les données tirées de l'étude du mouvement brownien, on utilise des formules qui ne font intervenir *explicitement* ni la forme ni la densité des particules. Soient $\overline{\lambda^2}$ le carré moyen du déplacement brownien dans 1 seconde (calculé d'après les écarts statistiques des durées de chute), N le nombre d'Avogadro ($6,06 \times 10^{23}$), R la constante des gaz parfaits, T la température absolue, on obtient la « mobilité » B du petit corps par la formule d'Einstein (1). D'autre part, en désignant par v_1 la vitesse moyenne de chute, par v_2 la vitesse

(1) Séance du 15 mai 1916.

(2) A. Targonski, *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 778.

moyenne d'ascension dans un champ électrique d'intensité F, par n le nombre des charges élémentaires (e) portées par la particule, on a une seconde formule (2) qui, combinée avec la première, permet le calcul de e :

$$\text{(1)} \qquad B = \frac{N}{2RT}\overline{\lambda^2},$$

$$\text{(2)} \qquad e = \frac{v_1 + v_2}{nFB}.$$

La seule supposition qui intervienne dans l'emploi simultané de ces deux formules est celle-ci : *La mobilité* B *définie par la formule statistique* (1) *doit avoir la même valeur que celle qui entre dans la formule* (2) *tirée de la dynamique des fluides.*

Ceci n'aura lieu vraisemblablement que si la particule présente une forme sphérique, parce que dans ce cas seul la valeur de B ne dépend pas de l'orientation de la particule.

En ce qui concerne la précision des observations statistiques, un calcul récent de M. Schrödinger [1] montre que l'écart probable de la moyenne (Δe) ne dépend que du nombre des observations suivant la formule

$$\frac{\Delta e}{e} = \pm\sqrt{\frac{2}{m}}.$$

Dans le Tableau suivant nous avons réuni les résultats de nos observations portant non seulement sur des gouttes d'huile, mais aussi sur des particules d'étain obtenues par pulvérisation du métal fondu dans une atmosphère d'azote et sur des particules de cadmium produites par l'ébullition du cadmium tantôt dans de l'hydrogène pur, tantôt dans de l'hydrogène renfermant un peu d'air.

Les écarts Δe ont été calculés en supposant exacte la valeur de la charge élémentaire qui a été trouvée par M. Millikan d'après une méthode très précise :

$$e = 4,774 \times 10^{-10} \text{ unité électrostatique } [2].$$

Corps et gaz.	Nombre des particules observées.	Nombre des observations m.	$10^{10}e$ unités électrostatiques.	Δe.	$\frac{\Delta e}{e}$.	$\sqrt{\frac{2}{m}}$.	Rayon apparent $10^5 a$.
					pour 100	pour 100	cm
Huile dans l'air	55	1745	4,91	0,14	+2,9	±3,4	2 à 7
Étain dans l'azote	15	721	4,31	0,46	−9,5	±5,3	env. 3
Cadmium dans l'hydrogène	9	523	4,91	0,14	+2,9	±6,2	env. 5

(1) E. Schrödinger, *Phys. Zeitschr.*, t. 16, 1915, p. 289.
(2) R.-A. Millikan, *Phys. Rev.*, t. 2, 1913, p. 109.

La moyenne générale résultant de 2989 observations est

$$e = 4{,}765 \times 10^{-10} \text{ unité électrostatique } (^1).$$

Elle présente, comparée au chiffre de Millikan, un écart de $+0{,}2$ pour 100, tandis que l'erreur probable (d'après Schrödinger) est de $\pm 2{,}6$ pour 100.

Parmi les différents corpuscules étudiés les gouttes d'huile seules doivent avoir une forme sphérique. On peut d'ailleurs se rendre compte, dans une certaine mesure, de la forme d'une particule ultramicroscopique chargée, en calculant sa densité au moyen de la loi de Stokes-Cunningham (3) qui implique la supposition d'une forme sphérique.

En désignant par a le « rayon apparent » de la particule, par η le coefficient de viscosité et par l le chemin moyen des molécules du gaz, par g l'accélération de la pesanteur, on peut tirer la « densité apparente » σ des formules (3) et (4)

$$\text{(3)} \qquad B = \frac{1 + \dfrac{0{,}87\, l}{a}}{6\pi\eta a},$$

$$\text{(4)} \qquad \sigma = \frac{3 v_1}{4\pi B a^3 g}.$$

En ce qui concerne les particules d'étain on a pu ainsi se rendre compte que celles-ci se divisent en deux catégories. En présence de traces d'air ou d'humidité on a obtenu des particules de densité apparente 0,8 (22 particules); la pulvérisation dans l'azote pur fournit des particules d'une densité apparente 1,6 (16 particules), à condition qu'on refroidisse brusquement le métal pulvérisé. En ralentissant le refroidissement on peut obtenir des densités apparentes plus élevées et allant jusqu'à la limite 4,2 (celle de l'étain pur est 7). On a observé 24 de ces particules de plus forte densité apparente.

Les densités apparentes des particules de cadmium varient entre les limites de 0,15 et 0,75. Toutes ces densités sont incontestablement trop petites pour pouvoir être considérées comme réelles (²). La forme de ces corps s'écarte donc certainement beaucoup de la forme sphérique, mais il semble que, pour des conditions données de production, les particules présentent entre elles une similitude de forme qui se manifeste par l'égalité des densités apparentes. En pulvérisant de l'étain et en ralentissant le refroidissement, on a réussi quelquefois à obtenir des particules presque sphériques.

L'observation du mouvement brownien de *toutes* ces particules conduit à des chiffres concordants pour la charge de l'électron, à l'opposé de ce qui a été constaté pour des particules de mercure amalgamé et pour celles qui

---

(¹) La moyenne a été calculée en donnant à chaque résultat partiel un poids proportionnel à m.

(²) *Loc. cit.*

ont été produites dans l'arc voltaïque. Notons du reste que celles-ci fournissent des « densités apparentes » variant irrégulièrement dans des limites bien plus étendues. La forme de ces corps est donc probablement bien moins régulière que celle des particules d'étain et de cadmium étudiées dans les présentes recherches.

L'ensemble de nos observations conduit aux conclusions suivantes :

1° *La théorie d'Einstein du mouvement brownien s'applique aux particules sphériques (sphérules d'huile) sans restrictions;*

2° *Elle s'applique de même à des particules non sphériques de forme pas trop irrégulière (particules d'étain et de cadmium) quel que soit le milieu gazeux;*

3° *La valeur de la charge élémentaire des ions gazeux s'accorde avec celle obtenue d'après d'autres méthodes plus précises dans les limites d'exactitude des mesures.*

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau mode de dosage du fluor.* Note de M. F. Pisani.

Lorsqu'on verse de l'azotate de thorium dans une solution d'un fluorure alcalin, légèrement acidulée par de l'acide acétique ou bien par de l'acide azotique, on obtient un précipité de fluorure de thorium ($ThFl^4 + 4H^2O$).

Ce précipité est gélatineux comme l'alumine, excessivement volumineux et si lourd qu'il tombe rapidement au fond du vase. La liqueur surnageante est limpide : on peut donc en décantant dans un verre, de temps à autre, s'assurer de la fin de l'action du réactif. Lorsque le précipité est considérable il faut ajouter assez d'eau pour pouvoir en décanter une forte portion dans un vase conique, afin d'être certain que tout le fluor a été précipité et qu'il n'y a plus de louche; au besoin on laisse déposer pendant quelques heures.

Il ne faut pas ajouter à la fois un trop grand excès de réactif, parce que, dans une liqueur concentrée, l'azotate de thorium peut dissoudre un peu du précipité. Quand la teneur en fluor est à peu près connue, on peut peser d'avance la quantité nécessaire de réactif solide, le dissoudre dans l'eau et en ajouter dès le début une assez grande quantité pour aller plus vite.

La sensibilité de ce réactif est très grande et permet de reconnaître dans une liqueur au moins 0,01 pour 100 de fluor.

Dans une analyse quantitative on doit, avant de filtrer, décanter plusieurs fois la liqueur claire dans un grand vase, la laisser déposer quelque temps, puis la filtrer, pour éviter que le peu de matière qui reste en suspension ne bouche le filtre; on termine à la trompe si c'est nécessaire. Si le précipité est assez volumineux il est bon de jeter sur un autre filtre le précipité principal et de le laver à l'eau chaude en employant la trompe.

Comme le fluorure de thorium perd à 100° une molécule d'eau, on peut, en employant un filtre taré, peser après dessiccation et en déduire la quantité de fluor. Cependant il est préférable de calciner de suite avec le filtre et de chauffer fortement; on obtient ainsi la thorine (ThO^2) dont le poids donne la quantité de fluor dans le rapport $\frac{ThO^2}{4Fl}$.

Pour certains fluorures insolubles dans l'eau, on les fond dans un creuset de platine avec 5 parties de carbonate de sodium, on reprend par l'eau, on filtre. La solution alcaline étant neutralisée par l'acide acétique, puis légèrement acidulée afin de détruire le carbonate alcalin; on précipite à froid par l'azotate de thorium.

Dans le cas du fluorure de calcium et de la cryolite, il faut fondre le minéral avec 2,5 parties de silice et 6 parties de carbonate de sodium. En reprenant par l'eau, tout le fluor est en dissolution et l'on opère comme ci-dessus.

Dans le cas des phosphates fluorifères, comme l'amblygonite, on fond avec de la silice et du carbonate de sodium : on filtre; puis, après neutralisation par l'acide azotique, on élimine l'acide phosphorique par une des méthodes connues, puis on précipite le fluor. Opérer autant que possible dans des vases de platine, surtout pour les évaporations. Pour doser le fluor dans l'apatite ou dans les os calcinés, on fond avec la silice et du carbonate de sodium; la plus grande partie du phosphate de calcium reste insoluble quand on reprend par l'eau, mais il existe dans la solution, outre le fluor, un peu d'acide phosphorique; ce dernier doit donc être éliminé autrement, il s'en précipite un peu avec le fluor. Pour un essai qualitatif de l'apatite ou d'autres phosphates fluorifères solubles dans l'acide azotique, il suffit d'étendre d'eau et de verser le sel de thorium pour obtenir la réaction du fluor.

Silicates. — Certains micas (biotite, lépidolite, etc.), l'apophyllite, la topaze et quelques autres silicates contiennent du fluor. Il suffit de les fondre avec 5 parties

de carbonate de sodium. En reprenant par l'eau et en acidulant par l'acide acétique on peut facilement y doser le fluor.

Fluosilicates. — L'acide fluosilicique précipite à froid la thorine dans une liqueur faiblement acidulée d'acide chlorhydrique, même en présence de cérium, lanthane, didyme, ainsi que je l'ai indiqué il y a quelques années; c'est même un excellent réactif pour déceler une très petite quantité de thorium. L'azotate de thorium précipite la totalité de l'acide fluosilicique des fluosilicates solubles; par calcination on obtient la thorine.

Quant aux fluosilicates insolubles dans l'eau, ils doivent être décomposés par du carbonate de sodium, soit par l'ébullition, soit par fusion, et d'éliminer la silice par le carbonate d'ammoniaque suivant le procédé connu; dans la liqueur filtrée on précipite le fluor après avoir acidulé par l'acide acétique.

Fluotantalates. Fluoborates. — Le fluotantalate de potasse étant bouilli avec du carbonate de sodium, il suffit de filtrer pour éliminer l'acide tantalique; dans la liqueur acidifiée par l'acide acétique on précipite le fluor.

Le fluoborate de potassium en solution ne précipite pas par l'azotate de thorium; mais si l'on fait bouillir cette solution avec un léger excès de carbonate de sodium, une fois acidifiée par l'acide acétique, elle devient entièrement précipitable par le sel de thorium.

Dans tous ces dosages, il suffit d'opérer sur $0^{g},2$ ou $0^{g},3$ de matière; quand la teneur en fluor ne dépasse pas 5 à 8 pour 100 on opère dans un vase conique de 100^{cm^3}; pour les teneurs plus élevées il faut des vases de 250^{cm^3} ou même plus afin de pouvoir bien décanter le précipité. Pour des quantités de fluor inférieures à 1 pour 100, on obtient tout d'abord simplement un louche dans la liqueur; mais le précipité devient visible au bout de quelque temps, quand il a pu se déposer.

CRYPTOGAMIE. — *Les phénomènes de la sexualité chez les Lichens du genre* Solorina. Note de M. et Mme **Fernand Moreau**, présentée par M. Guignard.

Les recherches sur la sexualité des Lichens de la famille des Peltigéracées ont conduit leurs auteurs à admettre que ces Lichens sont dépourvus de sexualité (Fünfstück, Baur), ou à leur attribuer une sexualité au moyen de spermaties et de trichogynes inclus dans le thalle (Miss Bachman), enfin à leur reconnaître une sexualité à la façon des Ascomycètes autonomes. C'est cette dernière opinion, contenue dans la théorie de Dangeard sur la sexualité des Champignons supérieurs, que nous avons adoptée dans une Note récente relative à la sexualité des *Peltigera*.

Examinons comment ces diverses manières de voir s'appliquent au cas d'une autre Peltigéracée, le *Solorina saccata* Ach.

En abordant l'étude du développement des apothécies de ce Lichen nous nous attendions à y trouver les mêmes phénomènes que chez les *Peltigera* : la naissance, aux dépens d'un ascogone d'origine médullaire, à cellules multinucléées, d'hyphes ascogènes aux cellules d'abord multinucléées, puis binucléées. Les phénomènes sont tout différents.

C'est aux dépens des hyphes de la couche gonidiale que se développent les parties fertiles de l'apothécie.

Les cellules superficielles des hyphes intergonidiaux forment d'abord, sous le cortex, une, puis plusieurs couches de cellules isodiamétriques, parfois binucléées, mais généralement uninucléées comme la plupart des cellules du Champignon; par leur aspect et par leur taille ces cellules rappellent les cellules corticales sus-jacentes. Elles donnent naissance aux paraphyses : chacune d'elles pousse vers le cortex une, parfois plusieurs paraphyses, droites, bientôt pluriseptées, à cellules uninucléées.

Quand les paraphyses ont acquis un certain degré de développement, on voit apparaître à leur base des hyphes ascogènes. Comme les cellules paraphysogènes du début, ils ont pour origine les cellules mycéliennes de la couche gonidiale sous-jacente. Ces cellules, uninucléées entre les gonidies, deviennent binucléées à la partie supérieure où leur protoplasme se charge de grains chromatiques pendant que leurs dimensions s'accroissent. Les hyphes, souvent ramifiés, que forment alors les cellules binucléées au-dessus de la couche gonidiale, cheminent quelque temps horizontalement à la base des paraphyses, puis donnent naissance aux asques. Ceux-ci se développent généralement à l'extrémité des hyphes ascogènes; certains cependant naissent latéralement sur leur trajet, mais jamais il n'y a formation de crochet. Dans chaque asque les deux noyaux se fusionnent. Le jeune asque, devenu uninucléé, s'allonge, épaissit sa membrane et donne naissance aux spores.

La formation des spores présente une particularité intéressante. On sait que, chez la plupart des Ascomycètes, le noyau de fusion subit, dans l'asque, trois divisions successives, donnant huit noyaux autour de chacun desquels s'individualise une spore. Chez le *Solorina* il en est autrement : autour des quatre noyaux de deuxième division s'individualisent quatre spores; l'asque non encore mûr renferme donc quatre spores uninucléées. A un stade ultérieur chacune de ces spores s'allonge, divise son noyau, puis se cloisonne; elle se transforme ainsi en une spore bicellulaire, à loges

uninucléées. L'asque à maturité contient quatre spores qui sont bicellulaires, à cellules uninucléées.

Le développement de la partie fertile de l'apothécie du Solorina saccata *comprend donc : la naissance, à la base de paraphyses développées, d'hyphes ascogènes à cellules binucléées, aux dépens des hyphes végétatifs, à cellules uninucléées, de la couche gonidiale sous-jacente; la production des asques à l'extrémité des hyphes ascogènes; la fusion des noyaux dans chaque asque; enfin la formation de quatre spores par asque, d'abord uninucléées, puis binucléées, enfin bicellulaires.*

Il ne nous a pas été possible de mettre en évidence, dans le thalle, de spermaties incluses, ni de trichogynes; nous rejetons donc la théorie suggérée par Miss Bachman.

N'ayant observé aucun phénomène de copulation de cellules nous admettrions, avec Baur, que les *Solorina* sont des Champignons dépourvus de sexualité si les recherches de Dangeard ne nous avaient appris que, chez les Ascomycètes, la fusion des noyaux dans l'asque a la valeur d'un acte sexuel. *Le cas offert par le* Solorina saccata *se laisse donc ramener aisément à celui de la plupart des Ascomycètes autonomes.*

Mais, chez beaucoup d'Ascomycètes, les hyphes ascogènes naissent d'organes, connus sous le nom d'ascogones, qui sont les vestiges de gamétanges autrefois fonctionnels, dont les Champignons inférieurs et quelques Ascomycètes nous offrent encore aujourd'hui des exemples. De tels organes manquent chez le *Solorina saccata*. Les *Solorina* réalisent un cas, prévu par la théorie dangeardienne, où l'ascogone a complètement perdu ses caractères particuliers et se confond avec les hyphes végétatifs. A ce point de vue, les *Solorina* nous apparaissent comme pourvus d'une sexualité très évoluée, beaucoup plus évoluée que celle dont nous avons indiqué les caractères chez les *Peltigera*, aussi évoluée que celle que réalisent les Basidiomycètes chez lesquels aucun vestige de gamétange n'a été conservé.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Appareil électrique d'auscultation, d'exploration clinique et de physiologie expérimentale.* Note (¹) de M. **Jules Glover**, présentée par M. d'Arsonval.

Poursuivant, à l'état physiologique et à l'état pathologique, l'étude des applications de la transmission à distance des vibrations de la voix que

(¹) Séance du 15 mai 1916.

j'ai appelées *solidiennes* [1] par opposition aux vibrations aériennes, parce que, contrairement à ces dernières, elles sont propagées par les tissus et organes à toute la surface du corps, même sur les membres, où l'on peut les recueillir, j'ai étendu, dans cette Note, ces recherches aux vibrations provoquées, dans les mêmes conditions, par la circulation cardio-vasculaire et par les mouvements de la respiration.

Le dispositif que j'ai employé est le suivant :

J'ai placé un galvanomètre, choisi à dessein, dans un circuit constitué par un microphone, par le primaire d'une bobine d'induction et par une batterie de piles, donnant une force électromotrice, mesurée à l'instant de l'expérience par un voltmètre et maintenue sous une tension électrique fixe.

L'appareil ainsi constitué indique, pour une position déterminée du microphone, une intensité mesurée par l'index en milliampères sur le galvanomètre, dont le commutateur permet, sur la graduation suivante, l'emploi de trois sensibilités intentionnellement choisies en vue des variétés de vibrations à observer : de 1 à 50, de 1 à 250 et de 1 à 500 milliampères.

La plaque du microphone étant soumise à des déformations périodiques, le galvanomètre suit ces variations, d'après les variations du courant traversant le microphone. L'amplitude des oscillations est variable, suivant les déformations de la plaque. Le milliampèremètre que j'ai employé pour la mensuration, est du type Deprez et d'Arsonval, à circuit, à cadre mobile dans un champ magnétique produit par un aimant permanent. A dessein, j'ai choisi un galvanomètre ayant une période d'oscillations rapides, présentant une apériodicité suffisante pour suivre les variations de résistance du circuit. Le milliampèremètre donne à chaque instant le quotient de la tension de la source par la résistance du circuit microphonique. C'est le quotient du voltage par la résistance, que donne à tout moment l'appareil.

Pour l'auscultation de la voix solidienne transmise à la surface du corps, j'ai employé le microphone.

Pour l'exploration du système cardio-vasculaire et des mouvements respiratoires, j'ai utilisé un collecteur d'ondes d'un type un peu spécial.

J'ai pu ainsi démontrer que non seulement les vibrations solidiennes de la voix, mais les pulsations produites par la circulation cardio-vasculaire et les oscillations résultant des mouvements de la respiration, peuvent être recueillies à distance, et mesurées sur une unité de mesure électrique : le milliampère. Elles peuvent être en outre, en même temps, enregistrées au besoin, à l'aide d'un enregistreur apériodique, sous forme d'une courbe cinématique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 685, et *De l'auscultation de la voix solidienne à distance en clinique pour le diagnostic précoce du début de la tuberculose pulmonaire* (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 22 février 1916).

J'ai ajouté au dispositif d'ensemble, dans le secondaire de la bobine, deux récepteurs. Ceci permet, pour l'auscultation de la voix à distance, l'association simultanée de l'impression auditive venant s'ajouter, comme contrôle parallèle, à l'impression visuelle fournie par le galvanomètre.

De plus, dans le même ordre d'idées d'associations sensorielles, pour l'examen du pouls, à la perception tactile de l'onde artérielle et de ses caractères, vient ici s'ajouter sur le galvanomètre la vision des oscillations d'ondes vasculaires, révélées par la fréquence, les hésitations, la lenteur, les variations du rythme des mouvements de l'aiguille.

On voit sur le galvanomètre et l'on apprécie mieux la valeur de phénomènes vibratoires, dont il est à peu près impossible de percevoir tous les détails simplement par le tact. On se rend parfaitement et mieux compte, par la vue, des caractères, du rythme vasculaire et de toutes les modalités du pouls.

Il semble qu'ainsi le physiologiste et le clinicien se trouvent munis d'une double méthode d'observation nouvelle, susceptible peut-être d'une utilisation plus large et d'un perfectionnement progressif, mais pouvant dès maintenant venir s'ajouter utilement aux anciens moyens d'investigation.

En ce qui touche l'appareil vocal, l'adjonction de la sensation visuelle à l'impression auditive permet de contrôler celle-ci. C'est dans le diagnostic précoce du début de la tuberculose pulmonaire, époque à laquelle la maladie est encore curable dans 60 pour 100 des cas, que cette auscultation médiate a tout son intérêt.

Si, avec un affaiblissement du murmure, même sans râles adventices, on constate par cette auscultation médiate, dans les conditions physiques et physiologiques les plus favorables pour les percevoir, un léger frémissement vibratoire de la voix, ou mieux encore un retentissement, une résonance permanente plus ou moins marquée, bien localisée, avec intensité ou timbre variable, on est autorisé à pressentir, s'il existe d'autres raisons de la soupçonner, qu'il y a densification pulmonaire, tout à fait au début, car à l'état physiologique il est impossible d'observer ce phénomène. La conviction devient tout à fait complète, si le phénomène vibratoire anormal s'accompagne d'un peu de submatité et de résistance sous le doigt.

Appliqué à l'exploration de la respiration, cet appareil permet de mesurer et d'enregistrer à volonté tous les mouvements d'ampliation thoracique.

En appliquant l'appareil successivement sur toutes les régions de la surface du thorax, on peut se rendre compte du mode et du type respiratoire de chacun.

Et le sujet témoin du fait, qu'il contrôle sur le galvanomètre, peut modifier, par une respiration volontaire mieux appropriée, un type respiratoire anormal, donnant un minimum d'effet avec un maximum d'effort, comme le type respiratoire costo-claviculaire. Ainsi la rééducation respiratoire guidée par le galvanomètre est essentiellement physiologique, puisque la vue indique la *localisation* de l'acte musculaire demandé en vue d'un meilleur fonctionnement.

Enfin, en ce qui a trait à l'*examen du système circulatoire* par cette méthode, l'introduction de l'impression visuelle avec mensuration milliampermétrique dans ce sphygmomètre électrique pouvant se transformer en sphygmographe a une réelle importance.

En effet la capsule microphonique n'a pas une sensibilité suffisante pour enregistrer assez nettement les oscillations d'ondes vibratoires produites par le système cardio-vasculaire en mouvement, de façon à impressionner les centres auditifs. Au contraire les ondes vasculaires comme celles produites par les contractions auriculaires ou ventriculaires, par les pulsations artérielles ou veineuses actionnent la capsule et provoquent des variations très diverses du courant microphonique que le galvanomètre traduit en variations de résistance.

Le sphygmomètre peut donc servir à mesurer la tension artérielle et peut comme sphygmographe, sous forme d'un enregistreur apériodique, enregistrer une courbe cinématique du pouls.

BACTÉRIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le mécanisme de l'enkystement des corps étrangers et du microbisme latent.* Note (¹) de MM. **P. Lecène** et **A. Frouin**, présentée par M. Roux.

Dans une Communication antérieure (²) nous avons montré l'existence d'un microbisme latent dans les plaies de guerre complètement cicatrisées.

Nous avons étudié systématiquement la flore accompagnant les projectiles, extraits uniquement à cause de la gêne fonctionnelle ou des douleurs qu'ils provoquent 4, 6 ou 8 mois après la cicatrisation complète de la blessure.

Dans les cas que nous avons étudiés nous avons vu trois fois les ensemencements des projectiles rester stériles; il s'agissait dans ces trois cas de balles :

(¹) Séance du 15 mai 1916.
(²) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 722.

une balle française (cuivre), deux balles allemandes (maillechort), dans tous les autres cas, éclats d'obus, de grenades ou shrapnells, l'ensemencement du projectile ou de la capsule fibreuse qui l'entoure a donné lieu à un développement microbien.

L'examen direct des frottis faits au moyen de particules prises à la surface du corps étranger ou à l'intérieur de la capsule fibreuse qui l'entoure, montre l'existence de microbes qui présentent une grande uniformité : ce sont des cocci isolés ou des diplocoques, mais les ensemencements sur milieux nutritifs ont donné lieu à un développement d'espèces variées : staphylocoques, streptocoques, bacilles la plupart facultativement anaérobies.

Nous avons toujours constaté que le développement microbien est nul ou peu abondant pendant les premières 24 heures; il ne se manifeste généralement qu'après 3 ou 4 jours.

Cette diminution du pouvoir végétatif des microbes est la règle dans tous les cas de projectiles ou de corps étrangers extraits de blessures anciennes complètement cicatrisées. Elle peut déjà expliquer, pour une part, l'absence de réaction de l'organisme pendant un temps plus ou moins long. Mais il nous a semblé que l'enkystement du projectile dans une coque de tissu conjonctif pouvait aussi être invoqué pour expliquer par quel mécanisme les divers microbes que nous avons trouvés restaient ainsi en vie latente dans les tissus.

On peut supposer que le sang épanché au moment du traumatisme a englobé et isolé, en se coagulant, le corps étranger et les microbes, ce qui a permis au tissu cicatriciel de se former dans des conditions particulièrement rapides et favorables (organisation conjonctive du caillot).

Les expériences suivantes permettent d'appuyer cette hypothèse sur l'englobement par le caillot sanguin et le rôle protecteur du tissu conjonctif résultant de l'organisation de ce caillot.

Nous avons injecté entre deux ligatures, dans les veines jugulaires ou les carotides du lapin, des cultures microbiennes, le sang se coagule entre les deux ligatures englobant les microbes injectés dans le caillot. Ce segment de vaisseaux montre aussitôt des signes de sclérose inflammatoire, réalisant ainsi autour des microbes injectés une sorte de coque fibreuse analogue à celle qui entoure les projectiles. Les animaux n'ont présenté aucun trouble, aucun amaigrissement, la plaie s'est parfaitement cicatrisée. Au bout de 20 à 25 jours les segments de vaisseaux ont été enlevés, ils contenaient une masse d'aspect caséeux et la paroi des veines était épaissie; la matière caséeuse contenue dans le vaisseau fibreux a donné lieu à un développement microbien dans les milieux de culture.

Des microbes identiques à ceux que nous avions injectés dans les segments vasculaires isolés furent injectés, en plus grande quantité il est vrai, sous la peau d'animaux de même espèce, et ont provoqué des abcès qui se sont ouverts spontanément en 4 ou 5 jours.

Cette expérience de contrôle montre bien le rôle protecteur de l'englobement rapide des microbes dans un caillot entouré lui-même d'une paroi conjonctive.

Nous rappelons ici les observations publiées antérieurement par l'un de nous [1] et qui appuient encore cette hypothèse sur le rôle du tissu conjonctif. Nous avons constaté, en effet, que les fistules intestinales de Thiry intéressant les dernières portions de l'intestin grêle se ferment assez rapidement (1 à 2 mois en moyenne). La peau se reforme complètement et oblitère l'orifice intestinal. Au bout de 1 à 2 mois on constate, au niveau de la lumière intestinale au-dessous de la peau, l'existence d'une petite masse mobile qui grossit lentement. La peau ouverte au thermocautère, on peut extraire cette pseudo tumeur constituée par des cellules épithéliales desquamées et des microbes. Cette masse ensemencée donne une culture de Coli et d'un diplocoque aérobie.

Une partie de cette masse, mise en suspension dans l'eau et injectée sous la peau d'un autre chien, donne lieu à la formation d'un volumineux abcès. Il est probable que, si un traumatisme avait provoqué une solution de continuité dans le tissu conjonctif qui enkystait cette petite tumeur souscutanée, il y aurait eu abcès à ce niveau.

On voit donc que le tissu conjonctif constitue une barrière efficace contre la diffusion des microbes, et que des microorganismes, susceptibles de provoquer des réactions locales intenses, peuvent parfaitement rester pendant longtemps dans un segment de vaisseau isolé ou dans une poche de tissu conjonctif sous la peau sans donner lieu à aucune réaction.

Il n'en est pas moins vrai que les microbes ainsi enkystés ne sont pas morts, mais simplement *en état de vie latente;* des circonstances fortuites et variables peuvent leur permettre de passer de cet état de vie latente à l'état de vie active et donner ainsi naissance, très longtemps après l'inoculation première (quelquefois des années), à de nouveaux accidents infectieux.

---

(1) A. Frouin et Mme Pozerska, *Sur l'occlusion spontanée des fistules de Thiry* (*Société de Biologie*, t. 68, 1910, p. 801).

MÉDECINE. — *Classement des soldats sourds d'après leur degré d'audition.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente ([1]) je disais :

Autant les mesures d'acuité visuelle sont bien déterminées, autant celles d'acuité auditive sont peu précises. Il en résulte que, dans certaines régions militaires, on réforme des sourds qui auraient été pris par un conseil de revision et inversement qu'on maintient au régiment ou qu'on traite de simulateurs des hommes dont la surdité est absolument certaine pour qui sait les examiner.

Il s'ensuit une perte d'hommes pour l'armée et des dépenses en pensions de retraite qui auraient pu être évitées.

Depuis cette époque il a paru, au mois de mars, une circulaire indiquant les conditions d'aptitude au service militaire.

Les limites exigées désormais pour l'acuité auditive sont : 1° *Pour le service armé :* la voix chuchotée avec l'air résidual doit être entendue à $0^m,50$; la voix haute, entre 4^m et 5^m, la voix de commandement à 10^m; 2° *Pour le service auxiliaire :* le quart de l'acuité précédente. Une acuité auditive restant au-dessous de ces limites entraîne l'exemption ou la réforme.

La surdité *totale et bilatérale* entraîne l'exemption ou la réforme définitive; la surdité unilatérale totale entraîne le classement dans le service auxiliaire, *même quand l'acuité auditive de l'autre côté est normale.*

Je vais examiner aujourd'hui si cette circulaire remédie aux inconvénients que j'avais signalés.

Comme le Service de Santé n'a pas officiellement d'acoumètre, la voix ordinaire est souvent employée pour mesurer l'acuité auditive; il peut arriver qu'on opère de la façon suivante :

Le major se place à 4^m du blessé et lui parle à voix haute, une des oreilles du sujet étant bouchée.

S'il entend à 4^m, il a 100 points d'audition; à 3^m, 75; à 2^m, 50; à 1^m, 25.

Cette façon d'agir a pour conséquence des conflits fréquents entre les hommes et les médecins; les premiers déclarent qu'ils sont beaucoup plus sourds que n'indique leur billet d'hôpital, et les Commissions donnent naturellement raison aux médecins.

Je vais maintenant expliquer les raisons de ces divergences.

([1]) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 175.

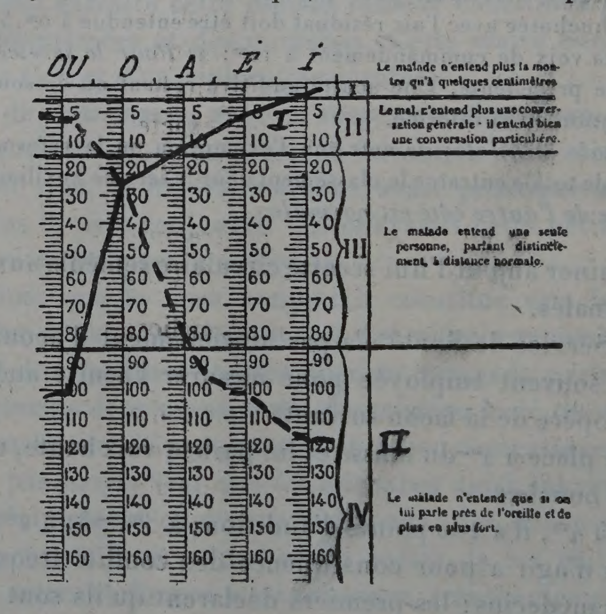
1° La méthode suppose que l'intensité du son perçu varie en raison inverse de la distance à laquelle on se trouve du corps sonore; or, ce n'est pas exact, c'est le carré de la distance; par conséquent, au lieu d'avoir : à 4^m, 100 points; 3^m, 75 points; 2^m, 50 points; 1^m, 25 points; on doit avoir : à 4^m, 100 points; 3^m, 56 points; 2^m, 25 points; 1^m, 6 points; ce qui n'est pas du tout la même chose.

2° La normale d'audition est mauvaise, car un blessé qui entend la voix haute à 4^m seulement est déjà sourd.

3° La source sonore est mal choisie :

a. Intensité. — Voix haute ne veut rien dire, car il est absolument impossible de donner à la voix une intensité constante, *a fortiori* deux voix différentes n'auront pas la même intensité ([1]).

b. Timbre. — Il n'y a pas deux voix comparables entre elles; en prenant les cas extrêmes j'ai vu des oreilles qui, à l'acoumètre, ont perdu 90 pour 100



d'audition pour les voix sourdes avec harmoniques graves et qui, pour les voix timbrées à harmoniques aigus, n'ont perdu que 5 pour 100.

De telle sorte que, si le soldat sourd est examiné par un major à voix

---

([1]) *Académie de Médecine*, 1er juillet 1902 : Rapport de Marey, Président de l'Académie.

sourde il est réformé, et s'il a la malchance de passer devant un médecin à voix claironnante, il peut être traité de simulateur.

4° Les mots employés dans les examens ont une grande importance. Prenons par exemple le mot *Roumanie*. Si le sourd a le tracé I il entendra seulement *manie*, et s'il a le tracé II il entendra seulement *rou* et comme ceci est vrai pour tous les mots, on comprend les coq-à-l'âne et les malentendus qui peuvent se produire.

5° Quand on mesure l'acuité auditive, il faut bien se garder de faire varier la distance entre l'oreille et le corps sonore parce qu'alors on fait intervenir des causes d'erreur très nombreuses : la forme de la salle, la nature des parois, les meubles, le nombre des assistants, etc. (1).

La circulaire dit en plus : « La surdité unilatérale totale entraîne le classement dans le service auxiliaire, même quand l'acuité auditive de l'autre côté est normale. »

Surdité totale veut-il dire surdité totale aérienne seule ou surdité totale aérienne et solidienne? Si la première hypothèse est la bonne, on fera passer dans le service auxiliaire des hommes qui, n'entendant que d'une oreille, ont pu cependant rester au front depuis le début des hostilités.

Si c'est la deuxième hypothèse qui est exacte, on ne perdra presque personne, car la surdité totale aérienne et solidienne est excessivement rare.

Un sujet, avec une oreille normale et l'autre nulle, fera un bien meilleur soldat qu'un autre qui sera à moitié sourd des deux côtés.

Conclusions. — La circulaire est loin d'améliorer la situation faite aux sourds dans l'armée.

1° Elle est incomplète, car elle n'indique pas d'acoumètre; il se passe ce qui arriverait dans un service de médecine où le chef ordonnerait des médicament variables suivant la température des malades, mais oublierait seulement de fournir un thermomètre.

2° En pratique la voix humaine employée comme acoumètre ne vaut rien, car il est impossible de donner à la voix une intensité constante et il n'y a pas deux voix différentes produisant la même impression sur l'oreille.

3° Les degrés d'audition employés généralement sont inexacts, car l'in-

---

(1) Voir ma Note *Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée* (*Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 878).

tensité du son perçu varie en raison inverse du carré de la distance à laquelle on se trouve du corps sonore, et non en raison inverse de la distance, comme la circulaire semble le dire.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de février 1916 (*suite*).

The Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Science, Halifax, Nova Scotia, Vol. XIII, Part 3 and 4; Vol. XIV, Part 1. Halifax, Printed for the Institute by Royal Print and Lito, Ltd., 1915; 3 fasc. in-8°.

Annals of the solar physics Observatory, Cambridge, Vol. III, Part I. *The solar rotation in june 1911, from spectrographic observations made with the Mc Clean solar instruments*, by J.-B. Hubrecht, M. A. Cambridge, the University Press, 1915; 1 vol. in-4°.

The Teaching of the History of Science, by Frederick E. Brasch; reprinted from *Science*, N. S., Vol. XLII, n° 1091, p. 746-770, november 26, 1915; 1 fasc. in-8°.

Wisconsin geological and natural history Survey. *The Geography of the Fox-Winnebago Valley*, by Ray Hughes Whitbeck. Madison, Wis., published by the State, 1915; 1 vol. in-8°.

University of Cincinnati Studies. Series II, Vol. X, Part 1 : *The Evolution of a Gravitating, Rotating, Condensing Fluid*, by Ellioth Smith. Published by the University, 1915; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)